

William Eduardo Furtado

**Identificação e caracterização de parasitos Lernaeidae em jundiá  
*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) naturalmente parasitado**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Departamento de  
Aquicultura da Universidade Federal de  
Santa Catarina para a obtenção do Grau  
de bacharel em Engenharia de  
Aquicultura

Orientador: Prof. Dr. Maurício Laterça  
Martins

Florianópolis  
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Eduardo Furtado, William

Identificação e caracterização de parasitos  
Lernaeidae em jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy &  
Gaimard, 1824) naturalmente parasitados / William  
Eduardo Furtado ; orientador, Maurício Laterça  
Martins, 2017.

53 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Ciências Agrárias, Graduação em Engenharia de  
Aquicultura, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. taxonomia. 3.  
identificação. 4. caracterização. 5. *Lernaea*  
*cyprinacea*. I. Laterça Martins, Maurício. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Engenharia de Aquicultura. III. Título.

William Eduardo Furtado

**Identificação e caracterização de parasitos Lernaeidae em jundiá  
*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) naturalmente parasitados**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para  
obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia de Aquicultura” e  
aprovado em sua forma final pelo Programa de Graduação em  
Engenharia de Aquicultura

Florianópolis, 14 de novembro de 2017.

---

Prof.<sup>a</sup> Anita Rademaker Valença, Dr.<sup>a</sup>  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Maurício Laterça Martins, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Natalia da Costa Marchiori, Dr.<sup>a</sup>  
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

---

Karen Roberta Tancredo, Ma.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Para minha mãe e irmã,  
Ruth e Mariane

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus;

A minha mãe, Ruth, pela vida, pelo amor, pela presença e, principalmente, por nunca desistir. Devo a você tudo que sou hoje. Te amo, mãe!

A minha irmã, Mariane, por todos os puxões de orelha, por todos os conselhos e por proporcionar a maior alegria da minha vida: ser tio!

Ao André, pelo amor com o qual faz eu me sentir a pessoa mais especial do mundo. Obrigado por escolher estar junto comigo e por aceitar fazer parte da minha família.

A Karen R. Tancredo, Natalia da C. Marchiori, Gabriela T. Jerônimo e Lilian D. Steckert, mulheres que me inspiram a ser a melhor pessoa e o melhor profissional que eu posso ser. Obrigado pela paciência, pelos ensinamentos e, acima de tudo, por confiarem em mim. Hoje, como forma de gratidão, compartilho com vocês a minha felicidade ao concluir esta etapa tão importante da minha vida. De coração, muito obrigado!

Ao Lucas Cardoso, por me escutar, me entender e ser meu amigo. Não menos importante, obrigado pela calma com que você encarou todos os meus (inúmeros) pedidos de correção de trabalho. Se hoje eu coloco crase no lugar certo é porque aprendi com você!

A Tatiana Rossi, que me acolheu no meu primeiro estágio da graduação, na Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias. Sou um grande admirador da seriedade e leveza com que você faz o seu trabalho e guardo com muito carinho a amizade que temos agora. Agradeço, também, ao Anderson, Lidianne, Nilton e Amira, pela ótima companhia e inúmeras risadas ao longo deste período. Muito obrigado a cada um de vocês!

A Universidade Federal de Santa Catarina, minha segunda casa pelos últimos 5 anos. Obrigado professores, técnicos, pessoal da limpeza, do administrativo, do restaurante universitário e todos aqueles que trabalham diariamente para que tudo funcione da melhor maneira possível para os alunos. Meu profundo agradecimento a todos!

Ao professor e orientador Dr. Maurício Laterça Martins, por compartilhar comigo dos seus conhecimentos e depositar em mim a confiança em ser seu orientado de trabalho de conclusão de curso. Muito obrigado!

Aos colegas do laboratório AQUOS, que dividiram comigo muitos momentos de alegria, de experiência e de muitos cafés e piadas ruins. Levo comigo, de cada um, algo que acrescentou de bom em mim.

Aos meus amigos do coração que diariamente fazem com que eu me sinta a pessoa mais sortuda do mundo: Camila, Amanda, Marina, Allon, Amandinha, Paula e Zezinho.

A todos que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento deste trabalho. Muito obrigado!

## RESUMO

Espécies de crustáceos ectoparasitas de peixes são importantes agentes patogênicos causadores de perdas econômicas significativas em âmbitos brasileiro e mundial. Tendo em vista sua importância econômica, patogenicidade e por estarem intimamente ligados a aspectos indesejáveis deixados em seu hospedeiro, os parasitos do gênero *Lernaea* se destacam dos demais. O objetivo deste trabalho foi identificar e caracterizar morfologicamente *Lernaea cyprinacea* coletada de jundiá *Rhamdia quelen* naturalmente parasitado. Para tanto, parasitos *Lernaea* foram individualizados e fixados em glutaraldeído para análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e em álcool 70% para análise em microscopia óptica de contraste de interferência de fase (DIC). Verificou-se na antena a presença de uma forte garra terminalmente localizada e fusionada ao apêndice, além de estrangulamento evidente na divisão entre os podômeros 2 e 3. Corpo nitidamente tubular, projeções dorsais em formato de Y, porção posterior bilobada e afunilamento visível do parasito próximo de sua âncora confirmou a identificação específica como *L. cyprinacea*. Adicionalmente, evidencia-se através de MEV um espinho na porção anteroposterior da antena, o qual não se encontra relatado nos demais estudos taxonômicos para a espécie. Desta maneira, este trabalho oferece contribuições importantes sobre características morfológicas do parasito *Lernaeidae* uma vez que até o momento poucos estudos descrevem com detalhes a morfologia dos seus espécimes, quando o fazem.

**Palavras-chave:** descrição morfológica. verme âncora. taxonomia. Copepoda.

## ABSTRACT

Species of ectoparasite crustaceans of fish are important pathogens causing significant economic losses in Brazilian and worldwide environments. Due to their economic importance, pathogenicity and because they are closely related to undesirable aspects in the hosts, the parasites of the genus *Lernaea* stand out from the others. The objective of this work is to identify and characterize morphologically *Lernaea cyprinacea* collected from jundiá *Rhamdia quelen* naturally parasitized. For this, *Lernaea* parasites were individualized and fixed in glutaraldehyde for scanning electron microscopy (SEM) analysis and in 70% alcohol for analysis under optical microscopy of phase interference contrast (DIC). The presence of a strong, terminally localized claw fused to the appendage was evident in the antenna, as well as an obvious narrow in the division between podomers 2 and 3. A distinctly tubular body, Y-shaped dorsal projections, bilobed posterior portion and visible taper of the parasite close to its anchor confirmed the specific identification as *L. cyprinacea*. Additionally, a spike in the anteroposterior portion of the antenna is evidenced through MEV, which is not reported in any other taxonomic studies for the species. Therefore, this work offers important contributions on the morphological characteristics of the Lernaeidae parasite since so far few studies describe in detail the morphology of their specimens, when they do so.

**Key-words:** morphology description. anchor worm. taxonomy. Copepoda.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Contribuição relativa da aquicultura e pesca de captura de peixes para o consumo humano mundial em 2014.....	12
<b>Figura 2.</b> Principais espécies de peixes de água doce cultivadas em Santa Catarina.....	13
<b>Figura 3.</b> Jundiá <i>Rhamdia quelen</i> parasitado por <i>Lernaea cyprinacea</i> no tegumento.....	15
<b>Figura 4.</b> Ciclo de vida simplificado de <i>Lernaea cyprinacea</i> .....	17
<b>Figura 5.</b> Vista dorsal da cabeça de <i>Lernaea cyprinacea</i> .....	26
<b>Figura 6.</b> Detalhamento morfológico da antena ventral de <i>Lernaea cyprinacea</i> , parasito de jundiá <i>Rhamdia quelen</i> .....	27
<b>Figura 7.</b> Detalhamento morfológico da antênula dorsal de <i>Lernaea cyprinacea</i> , parasito de jundiá <i>Rhamdia quelen</i> .....	27
<b>Figura 8.</b> Detalhamento morfológico do maxilípede de <i>Lernaea cyprinacea</i> , parasito de jundiá <i>Rhamdia quelen</i> .....	28
<b>Figura 9.</b> Microscopia Eletrônica de Varredura dos apêndices de <i>Lernaea cyprinacea</i> .....	33
<b>Figura 10.</b> Antênula da fêmea adulta pós-metamórfica de <i>Lernaea devastatrix</i> , destacando a estrutura de diferenciação morfológica ( <i>asthetasc</i> ).....	34
<b>Figura 11.</b> Antena de fêmea adulta pós-metamórfica de <i>Lernaea devastatrix</i> evidenciando a garra flexionada dorsolateralmente.....	35
<b>Figura 12.</b> Fotomicrografias em microscopia ótica de contraste de interferência de fases dos apêndices de <i>Lernaea cyprinacea</i> .....	36

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Caracterização comparativa entre apêndices de fêmeas pós-metamórficas de Lerneidae já reportados no Brasil.....	29
<b>Tabela 2.</b> Caracterização das pernas natatórias de <i>Lernaea cyprinacea</i> , parasito de jundiá <i>Rhamdia quelen</i> .....	31
<b>Tabela 3.</b> Medidas morfológicas (mm) de <i>Lernaea cyprinacea</i> , parasito de jundiá <i>Rhamdia quelen</i> .....	32

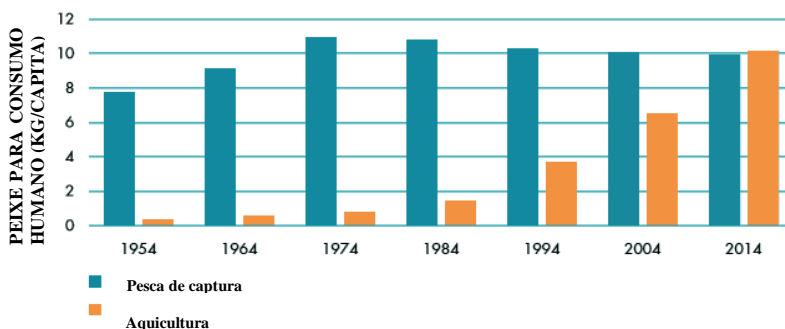
## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>19</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
Geral.....	19
Específicos.....	19
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>20</b>
Resumo.....	21
Abstract.....	22
INTRODUÇÃO.....	23
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
Coleta do material biológico.....	24
Análise por Microscopia de Contraste de Interferência de Fase (DIC).....	24
Análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	25
RESULTADOS.....	25
DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÃO.....	31
AGRADECIMENTOS.....	39
REFERÊNCIAS.....	40
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO.....</b>	<b>45</b>

## INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2016), a produção de peixes destinadas ao consumo humano advindas de atividades aquícolas, vem crescendo exponencialmente ao longo das décadas. Em 2014 a produção alcançou o seu destaque quando, por fim, se equiparou ao setor de captura de pescado do ambiente natural. Tal cenário reflete diretamente no aumento do interesse pela proteína do pescado pela população mundial. Quando combinados, aquicultura e pesca de captura abastecem um consumo *per capita* mundial de 20 kg/habitante/ano (Figura 1).

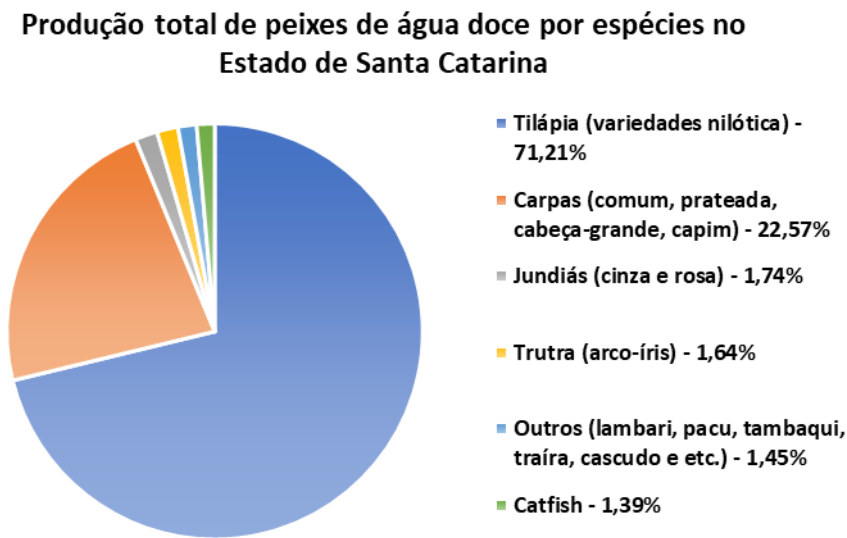
### CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DA AQUICULTURA E PESCA DE CAPTURA DE PEIXES PARA O CONSUMO HUMANO



**Figura 1.** Contribuição relativa da aquicultura e pesca de captura de peixes para o consumo humano mundial em 2014. Fonte: FAO (2016).

Mesmo sendo uma atividade recente no Estado de Santa Catarina, com surgimento na década de 70, a piscicultura apresenta atualmente produção ascendente colocando o Estado como um dos principais produtores de peixes de água doce do país (SILVEIRA et al., 2012). O objetivo principal para a criação da atividade em Santa Catarina foi o de criar uma alternativa de renda para o pequeno produtor rural. Porém, atualmente, a atividade já está sendo praticada por todo o território catarinense. Este cenário é possibilitado principalmente pela alta qualidade nutricional dos peixes, pelo sabor agradável e valor econômico associado, apresentando grande potencial de venda para o mercado consumidor (MPA, 2015). Neste contexto, tem-se a tilápia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) como destaque da produção total de aquicultura no Estado, seguido das variações de carpas e o jundiá

*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), com aproximadamente 740.000 kg produzidos no ano de 2015 (SILVA et al., 2017) (Figura 2).



**Figura 2.** Principais espécies de peixes de água doce cultivadas em Santa Catarina. Fonte: Silva et al. (2017), adaptado.

No Estado de Santa Catarina, historicamente, a maioria dos cultivos é feita por pequenos produtores com propriedades de caráter familiar (SILVEIRA; SILVA; GRAEFF, 2013). Segundo Silveira, Silva e Casaca (2014), do total produzido pelos piscicultores catarinenses, 50% destinava-se a pesque-pagues, 30% para indústrias do pescado e 20% de abastecimento ao mercado local, em um cenário em que o Estado consome praticamente tudo aquilo que produz.

O jundiá é um bagre com ampla distribuição geográfica ocorrendo desde a área central da Argentina até o sul do México (SILFVERGRIP, 1996). Silfvergrip (1996) realizou uma ampla revisão taxonômica do gênero e concluiu que, das 100 espécies de jundiás anteriormente descritas, apenas 11 são realmente pertencentes ao gênero *Rhamdia*. Além disso, o mesmo autor destaca a presença de 49 sinônimas da espécie e salienta a variedade de nomes comuns adotados para o peixe: jundiá, jundiá-tinga, jandiá, mandi e sapipoca. Por conta do fato

supracitado, ainda hoje a sistemática de seu gênero é confusa e causadora de discussões (Kabata, 1979)

Muito apreciado na piscicultura de água doce do Estado de Santa Catarina, o jundiá é uma espécie promissora por conta da facilidade de reprodução em cativeiro e da sua boa conversão alimentar (Radünz Neto, 2004), fortemente influenciada tendência alimentar de onivoria.

O sucesso da criação de peixes é resultado direto de uma série de fatores que estão intimamente relacionados ao bem-estar do animal, como por exemplo: condições de manejo, pH e temperatura da água, clima da região e outras condições que são comuns no cultivo de diversas espécies. Os peixes estão sob constantes desafios, que vão desde variações dos parâmetros físico-químicos da água até práticas de manejo e altas densidades de estocagem (LIMA et al., 2006). Quando não controladas, essas condições podem provocar estresse nos animais e predispor-los ao acometimento por doenças infecciosas e parasitárias, causando prejuízos econômicos para a cadeia produtiva (MORAES; MARTINS, 2004).

Com o desenvolvimento e intensificação das pisciculturas, o maior desafio é evitar perdas econômicas causadas por doenças, uma vez que aquelas de cunho parasitário constituem as principais causas de perdas na produção (MORAES e MARTINS, 2004). O processo que deflagra uma situação de doença é alcançado no momento em que ocorre desequilíbrio na relação hospedeiro-parasita-ambiente (MARTINS et al., 2002). O clima da região Neotropical, por exemplo, da qual o Brasil faz parte, permite a propagação parasitária rápida e constante e o ambiente favorece a transmissão de parasitos com ciclo de vida direto (THATCHER e BRIDES-NETO, 1994; BARKER e CONE, 2000). Sendo assim, o jundiá *Rhamdia quelen*, por ser um peixe siluriforme Neotropical, torna-se muito suscetível a parasitoses.

Dos grupos de metazoários parasitos, os crustáceos são os mais diversos e ubíquos (BOXSHALL e HALSEY, 2004). Dentre estes ectoparasitas destacam-se os da subclasse Isopoda, Branchiura e Copepoda, e dentro da subclasse Copepoda, a Família Lernaidae que devido a sua notável ação patogênica e importância econômica, merece destaque.

Os parasitos desta família podem ser encontrados nas cavidades branquiais, tegumento (Figura 3) e, em alguns casos, nas narinas e cavidade bucal (TAVARES-DIAS et al., 2011; CORRÊA et al., 2016). Suas formas parasitárias são constituídas por adultos e formas larvais, estando fixos através do órgão de fixação mais ou menos elaborados, ou ter inclusive alguma capacidade de movimentação na superfície corporal do hospedeiro.

A lerneose, doença causada por parasitos do gênero *Lernaea* (Figura 2), é uma patologia encontrada por todo o mundo: África, Ásia, Europa, América do Norte (HOFFMAN, 1999) e América do Sul (PLAUL et al., 2010). Nos sítios de fixação do parasito ao hospedeiro, observa-se aumento na secreção de muco, inflamação, zonas hemorrágicas e ulceradas. Outros sinais clínicos observados são a perda de escamas ao redor do parasito, perda de apetite e emagrecimento do peixe (SDRA, 1997).



**Figura 3.** Jundiá *Rhamdia quelen* parasitado por *Lernaea cyprinacea* (seta) no tegumento. Fonte: o autor

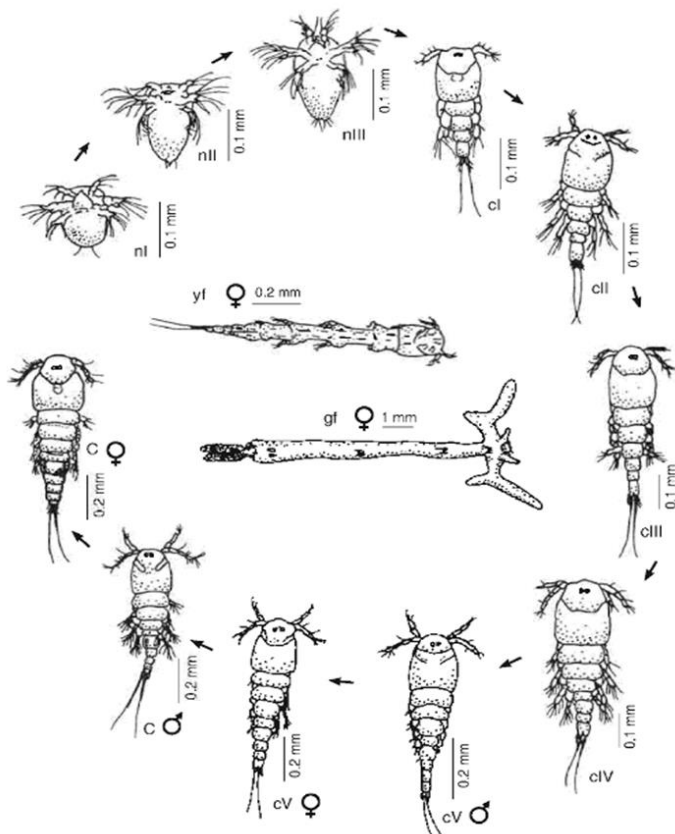
Os sinais clínicos do parasitismo, segundo Colla (1996), podem ser observados a partir da mudança de comportamento dos animais nas unidades de cultivo. Leves infecções do parasito podem fazer os peixes rasparem o seu corpo nas laterais e fundo dos viveiros. Já em altas infecções, observam-se letargia, natação errática e animais nadando com corpo na posição lateral ou ventral. Além disto, o parasito é considerado de grande importância econômica dentro das unidades de cultivo. O ato de fixação no tegumento de seu hospedeiro causa lesões na superfície do animal, deixando um aspecto repugnante no mesmo e, por consequência, inviabiliza a sua comercialização (FERNANDES et al., 2006)

Introduzida no Brasil através do cultivo da carpa *húngara* *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (PAVANELLI et al., 1998), o registro *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 já foi feito em quase todos os estados brasileiros. Boxshall (2011) reconhece mais de 100 espécies de Lernaeidae dentro do gênero *Lernaea*, porém os parasitismos encontrados são comumente associados ao táxon *Lernaea cyprinacea*, possuindo

diversas sinonímias, entre elas *Lernaea elegans* (Leigh-Sharp 1925) e *Lernaea carassii* (Tidd, 1933).

Ciclo de vida (Figura 4) composto de nove estágios: três em forma de vida livre (náuplios), cinco como copepoditos e uma fase adulta. O macho, após fecundar a fêmea, morre e a fêmea passa por um processo de metamorfose o qual irá se desenvolver e inserir a parte anterior do seu corpo no hospedeiro, produzindo os ovos na sequência (NAGASAWA et al., 2007; BARSON et al., 2008). Apesar de passar por diversos estágios de desenvolvimento, o parasito não necessita de um hospedeiro intermediário, apenas um anfíbio ou peixe que sirva de hospedeiro definitivo. O ciclo completo pode levar entre 18 e 25 dias e é facilitado durante os meses quentes do ano, com água a temperatura entre 25 e 30°C (STECKLER; YANONG, 2013).





**Figura 4.** Ciclo de vida simplificado de *Lernaia cyprinacea*. nl = náuplio 1; nII = náuplio 2; nIII = náuplio 3; cl = copepodito 1; clII = copepodito 2; clIII = copepodito 3; clIV = copepodito 4; cV = copepodito 5; C = Cyclopoida; yf = fêmea em metamorfose (jovem); gf = fêmea ovígera. Fonte: Kabata (1979).

Copepodes de Lernaieidae são encontrados tanto em peixes de água doce como salgada, parasitando principalmente alevinos e juvenis, tendo em vista a sua susceptibilidade (CHIEN, 1994). No entanto, a espécie *Lernaia cyprinacea* se destaca por não ser específica de apenas um hospedeiro. Entre os potenciais, cabem destaque para as espécies de importância econômica na aquicultura podendo ocorrer em peixes tanto de água doce quanto salgada. Por conta de sua importância econômica na aquicultura, destacam-se os dulcícolas: *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) (peixe-dourado), *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (carpa comum), *Ctenopharygodon idella* (Valenciennes, 1844) (carpa capim),

*Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) (carpa prateada), *H. nobilis* (Richardson, 1845) (carpa cabeça grande) e *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842) (Dojô) (CHEN, 1990). Não obstante, *L. cyprinacea* não é a única pertencente ao gênero. *Lernaea catostomi* Krøyer, 1863, *L. cruciata* Le Sueur, 1824, *L. dolabrodes* Wilson C.B., 1917 e, mais recentemente no Brasil, *L. devastatrix* Boxshall, Montú e Schwarzbald, 1997 são algumas das demais espécies.

Além da superfície corporal, o parasito pode ser encontrado nas brânquias, olhos e narinas do peixe. Ele se alimenta do muco do tegumento, de sangue e de resíduos celulares causados pelas lesões no ato de fixação ao corpo do hospedeiro, podendo servir de porta de entrada para infecções secundárias, dentre elas as bacterianas no local lesionado (VALLADÃO et al., 2014; TAKEMOTO et al., 2013) que acarretam, eventualmente, em mortalidade aguda nos animais.

Goodwin (1999) evidenciou a presença de danos nas brânquias de bagre do canal *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) acometidas por infestações de *Lernaea* sp., dentre eles citam-se: hiperplasia epitelial, deslocamento e erosão da lamela branquial, telangectasia e congestão ou hemorragia na porção central do órgão. Além das consequências na saúde e bem-estar dos hospedeiros, as lesões causadas por este crustáceo copépode podem imprimir um aspecto repugnante e inviabilizar a comercialização do pescado, fatos que causam prejuízos econômicos para as pisciculturas (FERNANDES et al., 2006).

No Brasil, registros de parasitos do gênero *Lernaea* já foram realizados na região Sul e Sudeste, infectando peixes das famílias Anostomidae, Characidae, Erythrinidae, Prochilodontidae, Cyprinidae, Poeciliidae, Cichlidae, Sciaenidae, Clariidae, Doradidae, Heptapteridae e Pimelodidae, com destaque para a espécie *L. cyprinacea* presente em todas elas (Luque et al. 2013). Já na região Sul do país, o registro foi feito nos estados do Paraná e Santa Catarina (Gabrielli e Orsi 2000; Piazza et al. 2006). Entretanto, estes estudos não descrevem detalhadamente a morfologia dos espécimes uma vez que as descrições prévias são antigas e algumas vezes incompletas.

Segundo Boxshall (2011), *L. cyprinacea* possui até então 6 sinônimos, ou seja, espécimes que foram descritos e, em um primeiro momento, alocados a um taxon específico. Tal fato ocorreu com *L. carassii*, *L. elegans*, *L. esocina* (Burmeister, 1835), *L. ranae* Stunkard e Cable, 1931, *L. tentaculis* Linnaeus, 1746 e a então subespécie *L. tentaculis* quatuor Linnaeus, 1746. Todas foram posteriormente reanalisadas e adequadas ao taxon *L. cyprinacea*.

## JUSTIFICATIVA

A grande importância econômica associada ao parasito pela sua patogenicidade e os prejuízos que causam nas pisciculturas brasileiras e mundiais, trazem uma necessidade de reconhecimento específico acerca de suas características morfológicas. Mais ainda, evidencia-se a importância de trabalhos que explorem a identificação taxonômica dos parasitos de peixes tendo em vista a carência de materiais disponíveis que detalhem o seu material a fim de verificar se há presença de espécies até então desconhecidas e até mesmo mais patogênicas.

## OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é identificar e caracterizar morfológicamente *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus, 1758) em jundiás *Rhamdia quelen* cultivados em Santa Catarina.

### Geral

- Identificar e caracterizar parasitos Lernaeidae de jundiá *Rhamdia quelen* naturalmente parasitados.

### Específicos

- Comparar parâmetros morfométricos entre espécies de *Lernaea* sp. já descritas no Brasil com os do presente estudo;
- Analisar em microscopia eletrônica de varredura (MEV) e Microscopia de Contraste de Interferência de Fase (DIC) a estrutura de fixação e demais detalhes externos.

## CAPÍTULO I

### **Identificação e caracterização de *Lernaea cyprinacea* (Crustacea: Lernaeidae) em jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriformes: Heptapteridae) naturalmente parasitado**

\*Artigo redigido e submetido de acordo com as normas do periódico “Parasitology Research”.

## Resumo

Espécies de crustáceos ectoparasitas de peixes são importantes agentes patogênicos causando perdas econômicas significativas à nível brasileiro e mundial. *Lernaea* sp. se destaca dentre os demais por estar intimamente ligado a danos severos principalmente na superfície corporal e brânquias onde provocam hemorragias e consequente ineficiência respiratória. Tendo isto em vista, o objetivo deste trabalho é identificar e caracterizar morfologicamente *Lernaea cyprinacea* coletada de jundiá *Rhamdia quelen* naturalmente parasitado. Para tanto, espécimes dos parasitos foram individualizados e fixados em glutaraldeído para análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e em álcool 70%, para análise em microscopia óptica de contraste de interferência de fase (DIC). Verificou-se na antena a presença de uma forte garra localizada terminalmente e fusionada ao apêndice, além de estrangulamento evidente na divisão entre os podômeros 2 e 3. Corpo tubular, projeções dorsais em formato de Y, porção posterior do corpo bilobado e afunilamento visível do parasito próximo de sua âncora confirmou a identificação específica como *Lernaea cyprinacea*. Este trabalho oferece contribuições importantes sobre o parasito Lerneidae uma vez que até o momento poucos trabalhos descrevem com detalhes a morfologia dos seus espécimes, quando o fazem.

Palavras-chave: descrição morfológica, verme âncora, taxonomia, Copepoda

## Abstract

Species of crustaceans ectoparasites of fish are important pathogens causing significant economic losses in Brazil and world level. *Lernaea* sp. must be highlighted because it is closely related to severe damages mainly on the body surface and gills where they cause hemorrhages and consequent respiratory inefficiency. The aim of this work was to identify and characterize *Lernaea cyprinacea* collected from silver catfish *Rhamdia quelen* naturally parasitized. Specimens of the parasites were individualized and fixed in glutaraldehyde for analysis of scanning electron microscopy (SEM) and 70% alcohol, for study in optical microscopy of phase interference contrast (DIC). The presence of a strong, terminally localized, claw fused to the appendage was evident in the antenna, as well as a visible constriction in division between podomers two and three. Tubular body, Y-shaped dorsal projections, posterior portion of bilobed body and evident attenuation close to the parasites anchor confirmed the specific identification as *Lernaea cyprinacea*. This work offers important contributions about the Lerneidae parasite since so far few works describe in detail the morphology of their specimens.

Key words: morphology description, anchor worm, taxonomy, Copepoda

## INTRODUÇÃO

Os crustáceos constituem o grupo de parasitos metazoários mais diversos e ubíquos (Boxshall e Halsey 2004). Dentre os ectoparasitos, cabe destaque para a família Lernaeidae, devido à sua notável ação patogênica e importância econômica. Infecções causadas por parasitos do gênero *Lernaea* são problemas encontrados por todo o mundo (Hoffman 1999; Plaul et al. 2010) e o diagnóstico da doença, segundo Colla (1996), é realizado a partir da observação do comportamento dos animais nas unidades de cultivo. Natação errática, raspagem dos peixes nas laterais e fundo dos viveiros e letargia são alguns dos sinais clínicos comumente registrados (Ostrensky e Boeger 1998).

O jundiá *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard 1824) é um bagre com ampla distribuição geográfica ocorrendo desde a área central da Argentina até o sul do México (Silfvergrip 1996). Muito apreciado na piscicultura de água doce do Estado de Santa Catarina, o jundiá é uma espécie promissora por conta da facilidade com que reproduz em cativeiro e sua boa conversão alimentar (Baldisserotto e Radünz Neto 2004) que, além de possuir hábito onívoro, possibilita o uso de diferentes ingredientes na composição de sua alimentação.

Quando em sistemas de cultivo, os animais se encontram vulneráveis a enfermidades, uma vez que o desequilíbrio na relação hospedeiro-patógeno-ambiente pode ser rapidamente alcançado (FAO, 2012). Em ambientes naturais esta situação é mais rara, uma vez que os peixes possuem seu estado nutricional e metabólico ajustado ao ambiente o qual ele está inserido, evitando a manifestação das doenças (Martins 1997; Pavanelli et al. 2008).

Introduzida no Brasil a partir do cultivo de carpa húngara *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Pavanelli et al. 1998), o relato de *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 já foi feito em quase todos os estados brasileiros. O parasito é considerado de grande importância econômica dentro das unidades de cultivo. As lesões deixadas no corpo dos peixes, cria um aspecto repugnante no animal e inviabiliza a sua comercialização (Fernandes et al. 2006).

No Brasil, além do jundiá, o parasito já foi encontrado em diversos peixes de água doce: *Astyanax bimaculatus*, *Brycon cephalus*, *Clarias gariepinus*, *Colossoma macropomum*, *Cyprinus carpio*, *Franciscodoras marmoratus*, *Hoplias malabaricus*, *Leporinus macrocephalus*, *Leporinus* sp., *Oreochromis niloticus*, *Pachyurus squamipennis*, *Piaractus mesopotamicus*, *Pimelodus blochii*, *Poecilia sphenops*, *Prochilodus*

*brevis*, *Pseudoplatystoma corruscans*, *Schizodon intermedius* e *Xiphophorus maculatus* (Luque et al. 2013).

Boxshall (2011) reconhece mais de 100 espécies de Lernaeidae dentro do gênero *Lernaea*, porém os parasitismos encontrados são frequentemente associados ao taxon *Lernaea cyprinacea*, sem detalhamentos acerca de sua morfologia específica. Tendo em vista o alto potencial patogênico causado pela infestação do parasito *Lernaea* sp. e sua importância econômica nos cultivos de peixes, o objetivo deste trabalho foi identificar e caracterizar morfologicamente por microscopia de luz e de varredura espécimes de *Lernaea cyprinacea* em jundiá *R. quelen* naturalmente parasitados.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Coleta do material biológico*

Três jundiás *Rhamdia quelen* (peso = 700 g; comprimento 39,3 cm), provenientes do Campo Experimental de Piscicultura da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), localizado no município de Camboriú, Santa Catarina, foram submetidos à análise parasitológica macroscópica *in loco* a fim de identificar o parasitismo por *Lernaea* sp. Tal localidade foi selecionada por ter apresentado um surto do parasito ocorrido em 2016, ano anterior a este estudo.

Os animais foram anestesiados em eugenol (75 mg L<sup>-1</sup>) e eutanasiados por comoção cerebral para a coleta dos parasitos na superfície corporal e brânquias e fixados em álcool 70% para posterior caracterização e identificação.

### *Análise por Microscopia de Contraste de Interferência de Fase (DIC)*

Cinco espécimes foram clarificados em ácido láctico (Humes e Gooding 1964), montados em lâminas semipermanentes com Lactofenol de Amann (Boxshall et al. 1997) e submetidos à análise em microscópio de contraste de interferência de fase (DIC) (Zeiss Axio Imager.A2). A identificação taxonômica dos parasitos foi realizada com base em Boxshall et al. (1997), Robinson e Avenant-Oldewage (1996) e Kabata (1979). A caracterização morfológica de cinco fêmeas adultas pós-metamórficas se deu pela análise das seguintes estruturas: âncora, projeções dorsais e ventrais, maxilas, maxilípedes, antênulas e antenas. Para a caracterização dos pares de pernas natatórias, foram utilizados



copépodes do crustáceo, a fim de verificar com maior clareza as segmentações e número de setas e espinhos presentes em cada podômero.

#### *Análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)*

Os parasitos foram processados de acordo com metodologia proposta por Benedetti et al. (1992), adaptada com a fixação dos espécimes realizada diretamente em solução de glutaraldeído 2,5% com 0,1 M de tampão cacodilato de sódio, pH 7,2, por 48 h. Posteriormente foram desidratados pelo método de regressão em sequencial crescente de graduação alcoólica e secos em ponto crítico utilizando injeção de gás CO<sup>2</sup> em Leica EM CPD030.

Os espécimes foram montados em *stubs* de alumínio com fita de carbono, recobertos com ouro em Leica EM SCD 500 e examinados utilizando microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM-6390LV operando a 20 kV. Os desenhos esquemáticos foram realizados em software Inkscape a partir de imagens obtidas por MEV.

Todas as medidas estão em milímetros; a média apresentada para as medidas morfológicas são seguidas de desvio padrão e valores mínimo e máximo entre parênteses (Tabela 1). Os critérios utilizados para mensuração das estruturas (comprimento total, cefalotórax, tórax, abdômen e projeções ventral e dorsais) seguiram os propostos por Robinson e Avenant-Oldewage (1996).

## **RESULTADOS**

### *Caracterização morfológica dos espécimes estudados*

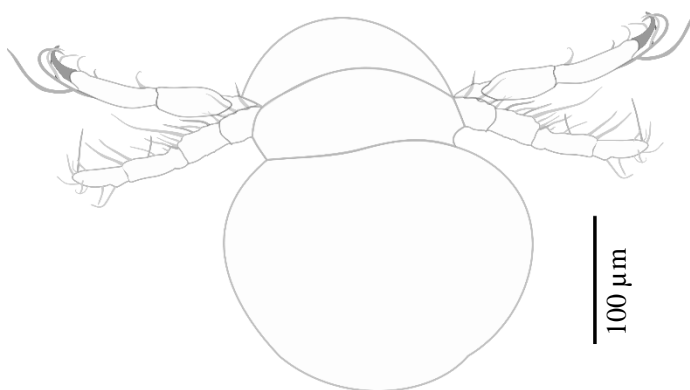
Hospedeiro: Jundiá *Rhamdia quelen*

Localidade: Camboriú, Santa Catarina, Brasil (26°57'08,3"S 48°45'39,8"O)

Corpo tubular, dividido em cefalotórax, tórax e abdômen, com laterais paralelas afinando sua espessura conforme aproxima-se da âncora. Âncora em formato de Y localizada na posição anterior do parasito, variando em formato e tamanho, composta por um par de projeções cilíndricas ventrais e dois pares de projeções cilíndricas dorsais (anterior e posterior) ramificadas de forma a se distanciar da base do apêndice. Projeções dorsais distintivamente maiores que as ventrais. Na

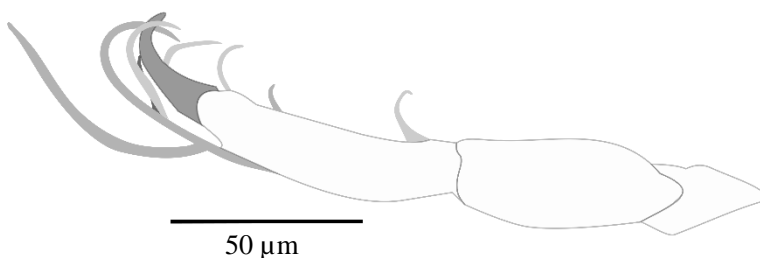
porção posterior do parasito encontra-se a proeminência pregenital bilobada onde os sacos de ovos ficam fixados.

A cabeça (Figura 5) encontra-se estabelecida no centro da âncora, isolado do resto do corpo do parasito. Possui formato arredondado e é formado pelo conjunto de antenas, antênulas, maxilípedes, maxilas e mandíbulas.



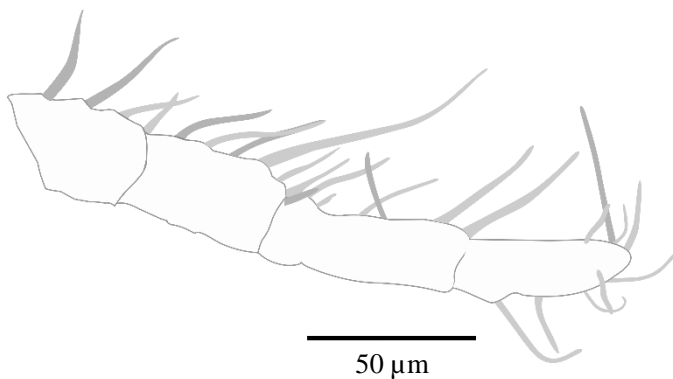
**Figura 5.** Vista dorsal da cabeça de *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758.

Antena (Figura 6) formada por 3 segmentos bem definidos, sendo os dois primeiros paralelos entre si, o terceiro com comprimento maior que os dois primeiros e um estrangulamento visível entre o segundo e terceiro segmentos. Ausência de espinhos ou setas nos dois primeiros segmentos. Terceiro com 7 setas curvadas na extremidade do apêndice, 1 espinho na porção ventral posterior e 1 forte garra fusionada ao segmento em sua extremidade apical.



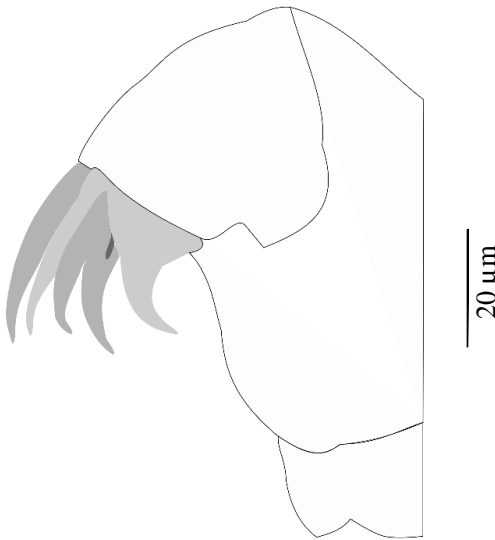
**Figura 6.** Detalhamento morfológico da antena ventral de *Lernaea cyprinacea*, parasito de jundiá *Rhamdia quelen*.

Antênula (Figura 7) com 5 segmentos formados por linhas de divisão completas e incompletas, com difícil visualização da segmentação dos podômeros 1 e 2. Primeiro segmento com 4 setas; segundo com 4 setas na margem posterior, uma seta alongada com aproximadamente o dobro do tamanho das demais e um espinho na lateral do podômero; terceiro com 2 setas e 1 espinho; quarto com 4 setas sendo uma delas alongada e localizada na junção com o quinto segmento; quinto com 9 setas: quatro na margem posterior, quarto próximo ao meio da margem anterior e uma na margem posterior.



**Figura 7.** Detalhamento morfológico da antênula dorsal de *Lernaea cyprinacea*, parasito de jundiá *Rhamdia quelen*.

Maxila na região anterior do cefalotórax, entre as antenas dorsal e ventral, formada por 2 segmentos e dotada, em sua extremidade posterior, de uma garra na forma de pinça. Um par de maxilípedes robustos (Figura 3c), compostos por 4 segmentos cada, pouco visíveis, cuja base encontra-se ligada na porção ventral entre as projeções posteriores da âncora. Presença de 5 grandes garras móveis no quarto podômero diferindo entre si em comprimento, diâmetro e grau de flexibilidade, além de um espinho (Figura 8) localizado entre a primeira e segunda garras a partir da vista ventral.



**Figura 8.** Detalhamento morfológico do maxilípede de *Lerna cyprinacea*, parasito de jundiá *Rhamdia quelen*.

**Tabela 1.** Caracterização comparativa entre apêndices de fêmeas pós-metamórficas de Lerneidae com registro no Brasil. Segmento 1 = basal/ a = uma seta mais um *asthetasc*/ b = presença de uma garra achatada dorsoventralmente/ c = presença de uma garra curvada medialmente/d = aparato no formato de garra, fusionado na base com 1 espinho partindo da base desta estrutura/ e = espinhos na forma de garra/ f = garra forte. ni: não informado pelo autor.

Espécie	<i>Lernaea devastatrix</i>		<i>Lernaea cyprinacea</i>		<i>Lernaea cyprinacea</i>		<i>Lernaea cyprinacea</i>	
Autor	Boxshall et al. (1997)		Robinson e Avenant-Oldewage (1996)		Kabata (1979)		Presente estudo	
Hospedeiro	<i>Hoplias malabaricus</i> , <i>Astianax</i> sp., <i>Cyprinus carpio</i> var. <i>specularis</i> e <i>Rhamdia sapo</i>		<i>Labeo rosae</i> e <i>Oroechromis mossambicus</i>		ni		<i>Rhamdia quelen</i>	
Localidade	Rio Grande do Sul, Brasil		Mpmulanga, África do Sul		ni		Santa Catarina, Brasil	
Apêndice	Segmento	Setas-Espinhos	Segmento	Setas-Espinhos	Segmento	Setas-Espinhos	Segmento	Setas-Espinhos
Antênula	1	4-0	1	4-0	1	-	1	4-0
	2	6-0	2	8-0	2	4-0	2	5-I
	3	2-I	3	4-0	3	4-0	3	2-I
	4	4-0	4	8-0	4	4-0	4	4-0
	5	10-0 <sup>a</sup>	-	-	5	4-0	5	9-0
	-	-	-	-	6	11-0	-	-
Antena	1	-	1	-	1	-	1	-
	2	-	2	-	2	-	2	-
	3	9-0 <sup>b</sup>	3	6-0 <sup>c</sup>	3	9-0 <sup>c</sup>	3	7-I <sup>c</sup>

**Tabela 2. Continuação.** Caracterização comparativa entre apêndices de fêmeas pós-metamórficas de Lerneidae com registro no Brasil. Segmento 1 = basal/ a = uma seta mais um *asthetasc*/ b = presença de uma garra achatada dorsoventralmente/ c = presença de uma garra curvada medialmente/d = aparato no formato de garra, fusionado na base com 1 espinho partindo da base desta estrutura/ e = espinhos na forma de garra/ f = garra forte. ni: não informado pelo autor.

Espécie	<i>Lernaea devastatrix</i>		<i>Lernaea cyprinacea</i>		<i>Lernaea cyprinacea</i>		<i>Lernaea cyprinacea</i>	
Autor	Boxshall et al. (1997)		Robinson e Avenant-Oldewage (1996)		Kabata (1979)		Presente estudo	
Hospedeiro	<i>Hoplias malabaricus</i> , <i>Astianax</i> sp., <i>Cyprinus carpio</i> var. <i>specularis</i> e <i>Rhamdia sapo</i>		<i>Labeo rosae</i> e <i>Oroechromis mossambicus</i>		ni		<i>Rhamdia quelen</i>	
Localidade	Rio Grande do Sul, Brasil		Mpmulanga, África do Sul		ni		Santa Catarina, Brasil	
Apêndice	Segmento	Setas-Espinhos	Segmento	Setas-Espinhos	Segmento	Setas-Espinhos	Segmento	Setas-Espinhos
Maxilípede	1	1-0	1	1-0	1	1-0	1	-
	2	1-III <sup>d</sup>	2	5-0 <sup>e</sup>	2	5-0 <sup>e</sup>	2	-
	3	0-II <sup>e</sup>	-	-	-	-	3	0-I
	-	-	-	-	-	-	4	5-0 <sup>e</sup>
Maxila	ni	ni	1	-	1	-	1	-
	ni	ni	2	0-0 <sup>f</sup>	2	0-0 <sup>f</sup>	2	0-0 <sup>f</sup>

Primeiros quatro pares de pernas natatórias dispostas seriadamente entre o cefalotórax e tórax. Pernas ramificadas em endopodito e exopodito com três segmentos cada um. Quinto par de perna rudimentar, com um segmento composto de 4 setas dispostas terminalmente e uma seta adicional situada na lateral da sua base. O sexto par é reduzido em forma de papila com três setas, tendo a do meio aproximadamente o dobro do tamanho das demais. A disposição de espinhos e setas nos demais podômeros está detalhada na tabela 2.

**Tabela 2.** Quantificação de segmentos das pernas natatórias de *Lernaea cyprinacea* parasito de jundiá *Rhamdia quelen*. Setas (algarismos arábicos) e espinhos (números romanos).

Podômero	Exopodito			Endopodito		
	1	2	3	1	2	3
Perna 1	I-1	I-1	II-5	0-1	0-1	II-4
Perna 2	I-1	I-1	III-5	0-1	0-2	II-4
Perna 3	I-1	I-1	III-5	0-1	0-2	II-4
Perna 4	I-1	I-1	III-5	0-1	0-2	II-4

## DISCUSSÃO

Monod (1932) descreveu a fêmea adulta pós-metamórfica de *L. cyprinacea* coletada em Berlim com comprimento total de 15 mm, excluindo os sacos ovíferos. A maior medida de comprimento encontrada no presente estudo foi de 12,2 mm (Tabela 3), o que contrasta com o espécime europeu. No entanto, a medida do parasito aqui analisado se aproxima das fornecidas por Tidd (1933) para *L. carassii* Tidd, 1933, por Leigh-Sharpe (1925) para *L. elegans* Leigh-Sharpe, 1925, por Gurney (1933) para *L. cyprinacea* e por Haley e Winn (1959) também para *L. cyprinacea*. As demais medidas realizadas neste trabalho não puderam ser comparadas, uma vez que até o momento poucos trabalhos descrevem com detalhes a morfologia dos espécimes, quando o fazem.

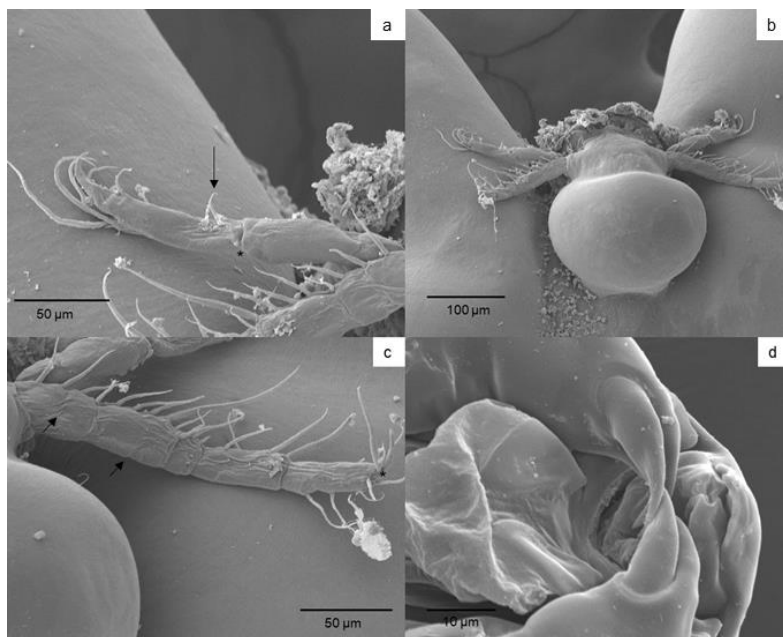
**Tabela 3.** Medidas morfológicas (mm) de *Lernaea cyprinacea* parasito de jundiá *Rhamdia quelen*.

Medidas	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Comprimento total	9,43	1,40	6,37	12,22
Cefalotórax	0,67	0,19	0,38	1,13
Tórax	7,75	1,24	4,83	10,22
Abdômen	1,10	0,33	0,54	1,96
Projeção ventral	0,82	0,19	0,53	1,23
Projeção anterior dorsal	1,26	0,33	0,73	1,77
Projeção posterior dorsal	0,81	0,27	0,39	1,38

Os espécimes de *L. cyprinacea* aqui analisados se assemelham àqueles descritos por Kabata (1979), com exceção da antênula da fêmea pós-metamórfica, que apresenta diferenças importantes em relação ao número de segmentos e de setas. As antênulas dos parasitos deste estudo possuem, em geral, 5 segmentos armados respectivamente com 4, 6, 3, 4 e 9 setas (Figura 9c), enquanto aquelas observadas por Kabata para a mesma espécie possuem 4 segmentos indistintos, dotados de 8, 4, 4 e 11 setas em cada porção do apêndice.

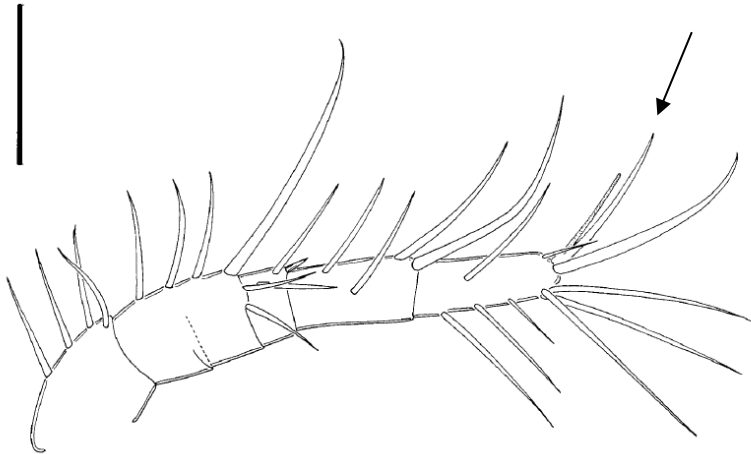
Algumas segmentações das antênulas são de difícil visualização, como é o caso do primeiro e terceiro segmentos (Figura 9c), os quais são dotados de uma linha incompleta no podômero e podem ou não serem tidos como segmentos distintos, causando confusão no momento da descrição. Aqui, foram observadas antênulas com 3 segmentos (mínimo) e 6 segmentos (máximo), porém, a segmentação mais observada para o apêndice foi de 5.





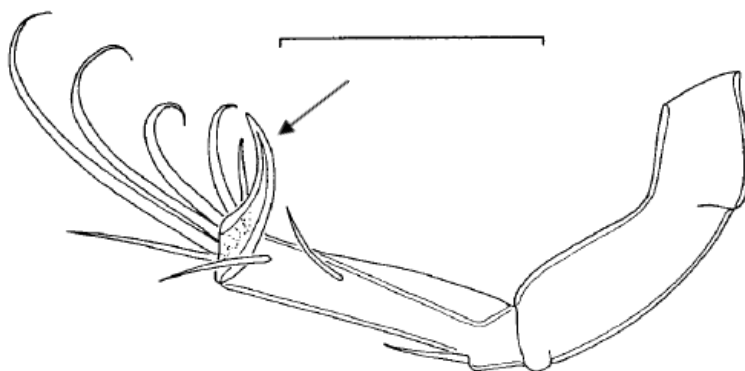
**Figura 9.** Microscopia Eletrônica de Varredura dos apêndices de *Lernaia cyprinacea* (a – d). a – Antena ventral com um espinho na porção posterior do apêndice (seta) e estrangulamento evidente entre o segundo e terceiro segmentos (\*); b – Vista ventral da cabeça;

Comparando os espécimes analisados com *L. devastatrix* Boxshall, Montú e Schwarzbald, 1997, tem-se uma proximidade maior com relação a segmentação e setação da antênula. Estes autores descrevem o apêndice com 5 podômeros armados com 4, 6, 3, 4 e 10 setas. No último segmento há, ainda, um *asthetasc*: uma seta modificada unida a outra através da base, constituindo a principal diferença entre as antênulas dos presentes espécimes e *L. devastatrix* (Figura 10). Outra diferença encontrada é a demarcação entre um segmento e outro no apêndice. Enquanto em *L. devastatrix* as linhas divisórias são bem evidentes (Boxshall et al. 1997), em *L. cyprinacea* são tênues e em alguns momentos até indistintos, corroborando o entendimento de que a espécie aqui descrita é *L. cyprinacea*.



**Figura 10.** Antênula da fêmea adulta pós-metamórfica de *Lernaea devastatrix*, destacando a estrutura de diferenciação morfológica *asthetasc* (seta). Vista ventral. Barra: 50  $\mu$ m. Fonte: Boxshall et al. 1997.

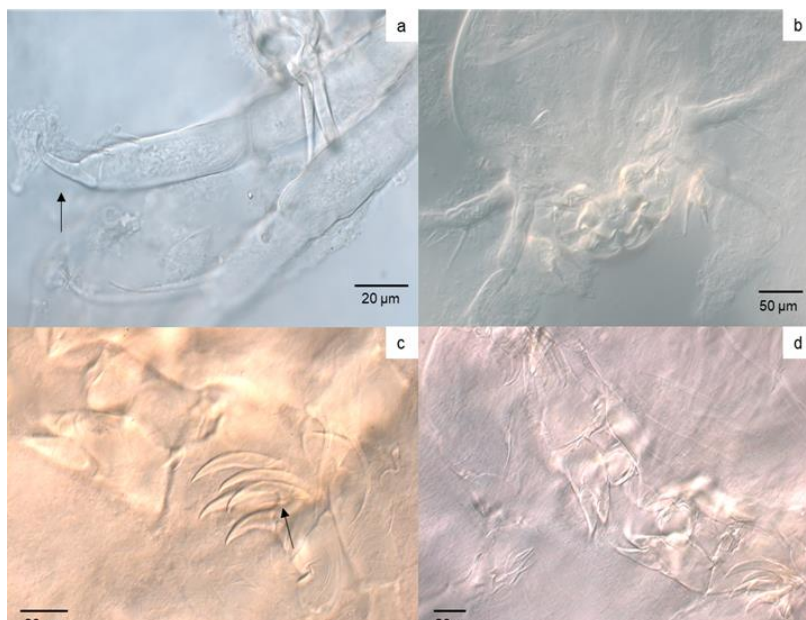
A antena representa o principal apêndice a ser analisado para diferenciar *L. cyprinacea* de *L. devastatrix* e esta das demais espécies. A garra, em *L. cyprinacea*, é curvada medialmente e aparenta ser uma extensão do próprio apêndice (Figura 12a), conforme aqui registrado. Além disso, sua antena possui linhas divisórias bem delimitadas e de fácil visualização, sendo estas características também visualizadas nos espécimes do presente estudo (Figura 9a). Já em *L. devastatrix* este aparato é flexionado dorsolateralmente, tem por característica possuir linhas incompletas subdividindo os segmentos e as extremidades do apêndice são paralelas entre si ao longo de todos os podômeros (Figura 11).



**Figura 11.** Antena de fêmea adulta pós-metamórfica de *Lernaea devastatrix* evidenciando a garra flexionada dorsolateralmente (seta). Visão ventral. Barra = 50  $\mu$ m. Fonte: Boxshall et al. 1997.

As segmentações das antenas registradas neste estudo corroboram as feitas para *L. cyprinacea* por Kabata (1979), Robinson e Avenant-Oldewage (1996) e Grabda (1963), porém diferem ligeiramente acerca da quantidade de setas no podômero distal. Robinson e Avenant-Oldewage observaram 6 setas e Kabata 9, contrastando com as 7 deste estudo. Ambas as descrições não contemplam a presença de um espinho no podômero, diferente daquilo aqui observado (Figura 9a). Já para *L. devastatrix*, o segmento caracteriza-se por apresentar 9 setas distribuídas na porção anterior à garra: 1 na região proximal, 2 na distal e um grupo de 6 setas, 4 delas com extremidades nitidamente curvas e 2 retas (Figura 11), fato que difere nitidamente dos apêndices caracterizados neste trabalho. A única semelhança morfológica entre a antena de *L. devastatrix* e *L. cyprinacea* está na superfície lisa característica dos primeiros dois podômeros de ambas as espécies. Estas, não possuem setas ou espinhos, além de serem paralelas entre si.

A segmentação da maxila (Figura 9d e 12d) é de fácil distinção e a posição das garras no apêndice concorda não apenas com as descrições de *L. cyprinacea* supracitadas, mas também com as de Kim e Choi (2003), que trabalharam com espécimes japoneses do parasito. Os maxilípedes de *L. cyprinacea* coletadas do tegumento de *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) no sudeste de Ohio por Tidd (1933) continham 2 segmentos distintos, enquanto que nos espécimes analisados no presente trabalho foram visualizados 4 (Figura 12c).



**Figura 12.** Fotomicrografias em microscopia ótica de contraste de interferência de fases (DIC) dos apêndices de *Lernaia cyprinacea* (a – d). a – Antena ventral com uma forte garra fusionada à porção apical do segmento distal do apêndice (seta); b – Vista dorsal da cabeça; c – Maxilípede a partir da vista ventral com um pequeno espinho entre a primeira e segunda garras (seta); d – Maxila.

Após a metamorfose, as fêmeas de Lernaidae crescem em largura e comprimento. Seus apêndices, no entanto, não passam por este processo, tornando-se cada vez menores em relação ao tamanho do corpo do crustáceo adulto pós-metamórfico (Thatcher e Williams Jr 1998). Dessa maneira, estas estruturas não sofrem grandes mudanças uma vez que o processo de muda não se faz aqui presente e o estágio adulto já foi atingido antes da sucessão da metamorfose (Grabda, 1963). Por este motivo, neste trabalho, a análise dos pares de pernas natatórias foi realizada utilizando copepoditos do crustáceo, a fim de verificar com maior clareza as segmentações e número de setas e espinhos presentes em cada podômero.

As características morfológicas dos pares de pernas dos espécimes analisados no presente estudo são semelhantes (2 setas e 4 espinhos no terceiro segmento do quarto par) àquelas observadas por Robinson e Avenant-Oldewage (1996), em trabalho realizado com *L. cyprinacea*

coletada da superfície corporal de *Labeo rosae* Steindachner, 1894 e de *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852), na África do Sul. Em contrapartida, discorda daquelas fornecidas por Kabata (1979), Grabda (1963) e Kim e Choi (2003) para a mesma espécie (2 espinhos e 3 setas no terceiro segmento do quarto par).

Kabata (1979) relata a dificuldade da identificação taxonômica no gênero *Lernaea*. A morfologia dos apêndices, entre eles a âncora, se mantém praticamente uniformes entre as espécies de um mesmo gênero, resultando em uma forma não assertiva para a identificação em nível específico do parasito. Tal problemática é destacada também por Fryer (1961): o autor descreve as mudanças morfológicas na âncora de *Lernaea barnimiana* (Hartmann, 1865) causadas pelos diferentes ângulos de fixação no peixe. Para peixes siluriformes, como é o caso do jundiá *R. quelen*, por exemplo, a fêmea penetra na musculatura com um ângulo reto em relação ao tegumento e desenvolve sua âncora perpendicularmente ao plano anteroposterior do animal.

Harding (1950) descreveu espécimes de *L. cyprinacea* coletadas na Suíça do tegumento de *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) como tendo seus apêndices dorsais distintivamente esguios e em forma de T, ou seja, com um ângulo próximo de 180° entre as projeções anterior e posterior. Já espécimes japoneses do mesmo taxon e descritos pelo mesmo autor possuem tais apêndices em formato de Y, constituindo um ângulo próximo de 45° entre as projeções, característica esta que corrobora com o formato de âncora encontrado nos parasitos do presente estudo.

As variedades de âncora para *L. cyprinacea* descritas por Fryer (1961) também destacam mudanças morfológicas causadas no apêndice de acordo com a região geográfica onde o parasito se encontra, a espécie hospedeira em que ele está fixado e, principalmente, o sítio de infestação no peixe. Esta dificuldade em estabelecer parâmetros de distinção entre espécies de copépodes, principalmente daquelas pertencentes ao gênero *Lernaea*, se tornou muito mais evidente após estudo conduzido por Poddubnaya (1973; 1974). Este autor coletou larvas originadas do mesmo saco ovífero de parasitos Lerneidae em um ambiente controlado e utilizou-as para infectar diferentes espécies de peixes, resultando no desenvolvimento de espécimes com características morfológicas muito semelhantes a *L. cyprinacea*, *L. ctenopharyngodontis* Yin, 1960 e *L. quadrinucifera* Yin, 1960. A maior conclusão com a demonstração de Poddubnaya é a de que os copépodes podem ser diretamente influenciados pelo hospedeiro no qual ele se fixa e desenvolve-se.

Poddubnaya (1978), após seu experimento, sugeriu que, para não haver confusão, o nome *L. cyprinacea* deveria ser restrito aos parasitos coletados de *C. auratus* e, portanto, todos os outros ciprinídeos carregariam *L. elegans*. Conclusão refutada diretamente pelo estudo realizado por Fratello e Sabatini (1972), que analisou os cromossomos de parasitos do gênero *Lernaea* coletados de *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Carassius auratus*, *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) e *Gambusia affinis* (Baird e Girard, 1853). A análise de cromossomos resultou em materiais idênticos para todos os espécimes, ou seja, todos os peixes estavam parasitados pela mesma espécie de Lerneidae (*L. cyprinacea*).

A grande maioria das espécies do gênero *Lernaea* está restrita a apenas um continente. A notável exceção se dá pela espécie-tipo *L. cyprinacea*. Sua distribuição, conforme sugere Kabata (1979), se deu por intervenção humana de continente para continente. Desta forma, fica claro o sucesso do gênero ao conseguir adaptar-se a uma extensa variedade de habitats, hospedeiros e sítios de infestação, assumindo-se, portanto, a adaptação dos parasitos, especializações e as grandes variedades morfológicas às quais eles foram submetidos.

As diferenças na distribuição de setas entre os podômeros dos espécimes de *L. cyprinacea* estudados no presente trabalho para com aqueles outrora descritas em território brasileiro, podem ser justificadas pelo eventual dano, parcial ou até total, causado no aparato no momento da remoção do parasito do corpo do peixe ou pelo manejo do espécime na confecção da lâmina.

Este estudo representa importante contribuição para a descrição de *L. cyprinacea* baseada em aspectos microscópicos e por microscopia eletrônica de varredura que complementam as descrições prévias fornecidas por Tidd (1933), Kabata (1979), Grabda (1963), Robinson e Avenant-Oldewage (1996), Gabrielli e Orsi (2000) e Piazza et al. (2006).

## CONCLUSÃO

Morfologias específicas em apêndices de importância taxonômica foram encontrados. Na antena verificou-se a presença de garra curvada medialmente no podômero distal, segmentação bem definida entre os podômeros e estrangulamento evidente entre os segmentos 1 e 2; já na antênula, puderam ser notadas a ausência de *asthetasc* e fraca marcação entre os segmentos. Tais características, juntamente com as medidas morfológicas e comparações entre espécimes já descritos de *Lernaea* no Brasil e no mundo, puderam adequar os parasitos Lerneidae encontrados em jundiá *Rhamdia quelen* e caracterizados neste estudo, ao taxon *L. cyprinacea* Linnaeus, 1758 de maneira assertiva.

Como contribuição adicional, este trabalho evidencia através de microscopia eletrônica de varredura um espinho na porção anteroposterior da antena, o qual não se encontra relatado nos demais estudos taxonômicos para a espécie.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao professor M.L. Martins (CNPq 305869/2014-0) e a concessão de bolsa de Iniciação Científica para W.E. Furtado (PIBIC/CNPq 123622/2016-6); e ao Laboratório Central de Microscopia Eletrônica (UFSC) pela análise de Microscopia Eletrônica de Varredura.

## REFERÊNCIAS

- Baldiasserotto B, Radünz Neto J (2004) Criação de Jundiá. Editora UFSM, Santa Maria
- Benedetti I, Mola L, Sabatini MA (1992) Morphogenesis of the gut in the nauplius stages of the parasitic copepod *Lernaea cyprinacea*. Bolletino di Zoologia 59:245-250.
- Boxshall GA, Halsey SH (2004) An Introduction to Copepod Diversity. The Ray Society, London
- Boxshall GA, Montú MA, Schwarzbald A (1997) A new species of *Lernaea* L. (Copepoda: Cyclopoida) from Brazil, with notes on its ontogeny. Syst Parasitol 37:195-205.
- Boxshall, G (2011) *Lernaea* Linnaeus, 1758. In: Walter, TC, Boxshall, G (2017) World of Copepods database. <http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=149776>. Accessed 16 August 2017.
- Colla NC (1996) Lerneose. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Itajaí.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2012. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/sofia/en>> Acesso em: 25 novembro 2017
- Fernandes GQ, Pereira MAVC, Júnior, DGM, Souza, G (2006) Levantamento de parasitos em infrapopulação de *Brycon insignis* Steindachner, 1876 (Pisces, Characidae), criada na região norte



- fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. *Ciência Animal Brasileira* 7:309-313.
- Fratello B, Sabatini MA (1972) Cariologia e sistematica di *Lernaea cyprinacea* L. (Crustacea, Copepoda). *Rend. Acc. Naz. Lincei* 8:209.
- Fryer G (1961) Variation and systematic problems in a group of lernaeid copepods. *Crustaceana* 2:275–285.
- Gabrielli MA, Orsi ML (2000) Dispersão de *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus) (Crustácea, Copepoda) na região norte do estado do Paraná, Brasil. *Braz J Biol* 17:395-399.
- Grabda J (1963) Life cycle and morphogenesis of *Lernaea cyprinacea* L. *Acta Parasitol* 11:169–198.
- Gurney R (1933) British fresh-water Copepoda. The Ray Society, Londres
- Haley AJ, Winn HE (1959) Observations of a lernaean parasite of freshwater fishes. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 88:128-129.
- Harding JP (1950) On some species of *Lernaea* (Crustacea, Copepoda: parasites of freshwater fish). *Bull Br Mus* 1:1–27.
- Hoffman GL (1999) *Parasites of North American Fresh Water Fishes* (second ed.). Ithaca and London: Comstock Publishing Associates, London.
- Humes AG, Gooding RU (1964) A method for studying the external anatomy of copepods. *Crustaceana* 6:238-240.

- Kabata Z (1979) Parasitic Copepoda of British Fishes. The Ray Society, Londres.
- Kim I, Choi S (2003) Copepod Parasites (Crustacea) of Freshwater Fishes in Korea. *Anim Syst Evol Diversity* 19:57-93.
- Leigh-Sharpe WH (1925) *Lernaea* (Lernaeocera) *elegans* n. sp., a parasitic copepod of *Anguilla japonica*. *Parasitology* 17:245-251.
- Luque JL, Vieira FM, Takemoto RM, Pavanelli GC, Eiras JC (2013) Checklist of Crustacea parasitizing fishes from Brazil. *Check List* 9:1449-1470.
- Martins ML (1997) Doenças infecciosas parasitárias de peixes. UNESP:FUNEP, Jaboticabal.
- Monod T (1932) Contribution a e' etude de quelques Copepodes parasites de poissons. I. Description d' une espece nouvelle du genre *Lernaea* Linne 1758. II. Liste des especes communes du genre *Lernaea*. III. Sur quelques copepodes parasites provenant de Haut-Nil (Mission P.A Chapuis, 1921). *Ann. Parasit. Humaine et Comp* 10: 345 – 378.
- Ostrenskv A, Boeger W (1998) Piscicultura Fundamentos e Técnicas de Manejo. Editora Agropecuária, Guaíba.
- Pavanelli GC, Eiras JC, Takemoto RM (1998) Doenças de Peixes: Profilaxia, diagnóstico e tratamento. EdUEM, Maringá.
- Pavanelli GC, Eiras JC, Takemoto RM (2008) Doenças de Peixes: Profilaxia, diagnóstico e tratamento. EdUEM, Maringá.

- Piazza RS, Martins ML, Guiraldelli L, Yamashita MM (2006) Parasitic diseases of freshwater ornamental fishes commercialized in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. *Bol. Inst. Pesca* 32:51-57.
- Paul SE, Romero NG, Barbeito CG (2010) Distribution of the exotic parasite, *Lernaea cyprinacea* (Copepoda, Lernaeidae) in Argentina. *Bull. Eur Assoc Fish Pathol* 30:65–73.
- Poddubnaya AV (1973) Variability and specificity of *Lernaea* from pond fishes. *Inst Prud Ryb Khoz* 22:159-173.
- Poddubnaya AV (1974) Morphological variability of the genus *Lernaea* from pond fishes. *Bolezn Parazit Ryb* 22:180-184.
- Poddubnaya AV (1978) Contribution to the knowledge of zoogeography of the crustacean genus *Lernaea* Linnaeus, 1758. *Inst Prud Ryb Khoz* 27:1-124.
- Robinson J, Avenant-Oldewage A (1996) Aspects of the morphology of the parasitic copepod *Lernaea Cyprinacea* Linnaeus, 1758 and notes on its distribution in Africa. *Crustaceana* 69:610–626.
- Silfvergrip AMC (1996) A Systematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae). Department of Vertebrate Zoology, Stockholm.
- Thatcher VE, Williams Jr EH (1998) Comparative morphology of three native lernaeids (Copepoda: Cyclopoida) from Amazonian fishes and descriptions of two new genera. *J Aquat Anim Health* 10:300-308.
- Tidd WM (1933) A New Species of *Lernaea* (Parasitic Copepoda) from the Goldfish. *Ohio J Sci* 33:465-470.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo contribui com relevantes dados morfométricos e de caracterização específica dos apêndices de *Lernaea cyprinacea*, parasito de grande importância econômica para os cultivos de jundiá *Rhamdia quelen*. Relatos de variações morfológicas entre parasitos de uma mesma espécie já foram feitos, destacando as mudanças causadas nos seus apêndices de acordo com a localidade geográfica, a espécie hospedeira e o sítio de infestação no peixe pelo espécime *Lernaeidae*.

É importante destacar, a escassez de trabalhos que detalham a morfologia do parasito encontrado. O que se notou foi a tendência de, corriqueiramente, adequar os espécimes encontrados do gênero *Lernaea* dentro da espécie *Lernaea cyprinacea* sem que houvesse a confirmação, molecular ou através de comparação morfológica, dos mesmos.

O presente estudo fornece, ainda, desenhos detalhados dos apêndices com importância taxonômica que auxiliarão no processo de identificação do parasito, além de fotomicrografias, de varredura e contraste de interferência de fases, realizados no Laboratório Central de Microscopia Eletrônica e no Laboratório AQUOS – Sanidade de Organismos Aquáticos, respectivamente, ambos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Outros estudos desta natureza ainda devem ser executados a fim de complementar esta e outras descrições de parasitos importantes na atividade aquícola brasileira e mundial.

## REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

- BARKER, D. E.; CONE D. K.. Occurrence of *Ergasilus celestis* (Copepoda) and *Pseudodactylogyrus anguillae* (Monogenea) among wild eels (*Anguilla rostrata*) in relation to stream flow, pH and temperature and recommendations for controlling their transmission among captive eels. **Aquaculture (Amsterdam)**, v. 187, n. 3/4, p. 261-24, 2000.
- BARSON, M.; MULONGA, A. e NHIWATIWA, T. Investigation of a parasitic outbreak of *Lernaea cyprinacea* Linnaeus (Crustacea: Copepoda) in fish from Zimbabwe. **The African Journal of Applied Zoology and Environmental Biology**, v. 43, n. 2, p. 175–183, 2008.
- BOXSHALL, G. (2011). *Lernaea* Linnaeus, 1758. In: WALTER, T.C.; BOXSHALL, G. (2017). World of Copepods database. Acesso em: World Register of Marine Species at <http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=149776> em 12/06/2017.
- BOXSHALL, G.A.; HALSEY, S.H. **An Introduction to Copepod Diversity**. The Ray Society. Londres, 2004, 940 pp.
- CHEN, L. **Aquaculture in Taiwan**. Fishing New Books. Oxford, 1990, 273 pp.
- CHIEN, C.Y. *Lernaea cyprinacea* (L.) infection of gold fish in Taiwan. **COA Fish. Ser**, v.15, n. 47, p. 81-84, 1994.
- COLLA, N.C. **Lerneose**. EPAGRI. Itajaí, 1996, 15 pp.
- CORRÊA, L.L.; TAVARES-DIAS, M.; CECCARELLI, P.S.; ADRIANO, E.A. Hematological alterations in *Astyanax altiparanae* (Characidae) caused by *Lernaea cyprinacea* (Copepoda: Lernaeidae). **Diseases Of Aquatic Organisms**, v. 120, n. 1, p. 77-81, 2016.
- FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016**. Contributing to food security and nutrition for all. FAO. Rome, 2016, 200 pp.
- FERNANDES, G.Q.; PEREIRA, M.A.V.C.; JÚNIOR, D.G.M.; SOUZA, G. Levantamento de Parasitos em Infrapopulação de *Brycon insignis*

Steindachner, 1876 (PISCES, CHARACIDAE), criada na Região Norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 3, p. 309-313, 2006.

GABRIELLI, M.A.; ORSI, M.L. Dispersão de *Lernaea cyprinacea* (Linnaeus, 1758) (CRUSTACEA, COPEPODA) na região Norte do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 2, p. 395-399, 2000.

GOODWIN, A. E. Massive *Lernaea cyprinacea* Infestations Damaging the Gills of Channel Catfish Polycultured with Bighead Carp. **Journal Of Aquatic Animal Health**, Arkansas; v. 11, n. 4, p. 406-408, 1999.

HOFFMAN, G.L. **Parasites of North American Fresh Water Fishes (second ed.)**. Ithaca e Londres: Comstock Publishing Associates, Division of Cornell University Press. Londres, 1999, 576 pp.

KABATA, Z. **Parasitic Copepoda of British Fishes**. The Ray Society. Londres, 1979, 676 pp.

LIMA, L.C.; RIBEIRO, L.P.; LEITE, R.C.; MELO, D.C. Estresse em peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30, n. 3/4, p. 113 – 117, 2006.

LUQUE J.L.; VIEIRA F.M.; TAKEMOTO R.M.; PAVANELLI G.C.; EIRAS J.C. Checklist of Crustacea parasitizing fishes from Brazil. **Check List**, v. 9, n. 6, p. 1449-1470, 2013

MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; MORAES F.R.; BOZZO F.R.; PAIVA A.M.F.C.; GONÇALVES A.. Recent studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the state of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 24, n. 4, p. 981-985, 2002.

Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. **Plano safra – Pesca e Aquicultura**. Brasília, p. 12-117, 2015.

MORAES, F.R. e MARTINS, M.L. **Condições predisponentes e principais enfermidades de teleósteos em piscicultura intensiva**. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: FUNEP – FCAVJ/UNESP, 2004, p. 343 – 383.

NAGASAWA K.; INOUE A.; MYAT S.; UMINO S. New host records for *Lernaea cyprinacea* (Copepoda), a parasite of freshwater fishes with a checklist of the Lernaeidae in Japan (1915–2007). **Journal Graduate School of Biosphere Science**, v. 46, p. 21–23, 2007.

PAVANELLI, G.C.; EIRAS J.C. e TAKEMOTO R.M. **Doenças de Peixes - Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento**. Editora Universidade Estadual Maringá. Maringá, 1998, 311pp.

PIAZZA R.S., MARTINS M.L., GUIRALDELLI L., YAMASHITA M.M. Parasitic diseases of freshwater ornamental fishes commercialized in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. **Bol. Inst. Pesca**, v. 32, n. 1, p. 51-57, 2006.

PLAUL S.E.; ROMERO N.G.; BARBEITO C.G. Distribution of the exotic parasite, *Lernaea cyprinacea* (Copepoda, Lernaeidae) in Argentina Bull. **European Association of Fish Pathologists**, v. 30, n. 2, p. 65–73, 2010.

RADÜNZ N.J. **Manejo Alimentar – Nutrição**. In: BALDISSEROTTO, B. e RADÜNZ N.J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2004, 390pp..

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura de Santa Catarina - SDRA, Serviço de Defesa Sanitária Animal. **Manual de procedimentos para certificação zoonosológica de Unidades aquícolas: piscicultura de águas interiores**. Florianópolis: SDRA, 1997.

SILFVERGRIP, A.M.C. **A Systematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae)**. Estocolmo: Department of Vertebrate Zoology, 1996, 156pp..

SILVA, B.C.; GIUSTINA, E.G.D.; MARCHIORI, N.C.; MASSAGO, H.; SILVA, F.M. Desempenho produtivo da piscicultura catarinense. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 30, n. 1, p. 15-18, 2017.

SILVEIRA, F. S.; SILVA, F. M. e GRAEFF, A. **Desempenho da Pesca e da Aquicultura em 2011**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC/Epagri/Acaq, 2012.

SILVEIRA, F.S.; SILVA, F.M. e GRAEFF, A. **Síntese da produção da piscicultura catarinense em 2012**. Epagri/Cedap. 2013.

SILVEIRA, F.S.; SILVA, F.M.; CASACA, J.M. **Desempenho catarinense na piscicultura de água doce**. Epagri/Cedap. 2014.

STECKLER, N.E e YANONG, R.P.E. *Lernaea* (Anchorworm) Infestations in Fish. 2013. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/fa185>>. Acesso em: 18 de maio 2017.

TAKEMOTO, R.M.; LUQUE, J.S.; BELLAY, S.; LONGHINI, C.E. e GRAÇA, R.J. **Monogenea**. In: PAVANELLI, G.C.; TAKEMOTO, R.M. e EIRAS, J.C. **Parasitologia de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Eduem, 2013, p. 273-299.

TAVARES-DIAS, M.; NEVES, L.R.; SANTOS, E.F.; DIAS, M.K.R.; MARINHO, R.G.B e ONO, E.A. *Perulernaea gamitanae* (Copepoda: Lernaeidae) parasitizing tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Characidae) and the hybrids tambacu and tambatinga, cultured in northern Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 4, p. 988-995, 2011.

THATCHER, V.E.; BRITES-NETO, J.. Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 16, n. 3, p. 111-128, 1994.

VALLADÃO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; PÁDUA, S. B.; MARTINS, M. L. e PILARSKI, F. *Trichodina heterodentata* (Ciliophora) infestation on *Prochilodus lineatus* larvae: a host-parasite relationship study. **Parasitology**, v. 141, n. 5, p. 662-669, 2014.